

# Подход к проектированию нейронной сети для формирования индивидуальной траектории тестирования знаний

*Е.В. Чумакова<sup>1</sup>, Д.Г. Корнеев<sup>2</sup>, М.С. Гаспариан<sup>2\*</sup>*

<sup>1</sup>Московский авиационный институт (МАИ), Москва, Россия

<sup>2</sup>Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия

\*Gasparian.MS@rea.ru

**Аннотация.** В работе рассматриваются вопросы реализации системы адаптивного тестирования на основе использования модулей искусственных нейронных сетей (ИНС), которые должны решать задачу интеллектуального выбора следующего вопроса, формируя индивидуальную траекторию тестирования. Целью работы является повышение точности ИНС для формирования уровня сложности следующего вопроса теста для двух типов архитектур – прямого распространения (FNN – Feedforward Neural Network) и рекуррентной с долгой краткосрочной памятью (LSTM–Long-Short Term Memory). Проанализированы данные, влияющие на качество обучения, рассмотрены архитектуры входного слоя ИНС прямого распространения, позволившие значительно повысить качество работы нейронных сетей. Для решения задачи выбора тематического блока вопроса предложена гибридная структура модуля, включающая собственно ИНС и программный модуль для алгоритмической обработки получаемых от ИНС результатов. Выполнено исследование целесообразности применения ИНС прямого распространения в сравнении с архитектурой LSTM, выявлены входные параметры сети, проведено сравнение различных архитектур и параметров обучения ИНС (алгоритмов обновления весов, функций потерь, количества эпох обучения, размеров пакета). Приведено обоснование выбора сети прямого распространения в структуре гибридного модуля выбора тематического блока. Приведенные результаты были получены с помощью высокоуровневой библиотеки Keras, позволяющей осуществить быстрый старт на начальных этапах исследований и получение первых результатов. Традиционно обучение проводилось в течение большого числа эпох. В результате исследования сделан вывод о том, что для решения задачи выбора тематического блока лучше подходит сеть прямого распространения, ее использование в составе гибридного алгоритмического модуля позволит построить индивидуальную траекторию тестирования вне зависимости от числа тематических блоков.

**Ключевые слова:** система адаптивного тестирования, искусственная нейронная сеть, машинное обучение, интеллектуальные методы, LSTM-сеть

**Для цитирования:** Чумакова Е.В., Корнеев Д.Г., Гаспариан М.С. Подход к проектированию нейронной сети для формирования индивидуальной траектории тестирования знаний // Прикладная информатика. 2022. Т. 17. № 5. С. 102–115. DOI: 10.37791/2687-0649-2022-17-5-102-115

# An approach to the design of a neural network for the formation of an individual trajectory of knowledge testing

E. Chumakova<sup>1</sup>, D. Korneev<sup>2</sup>, M. Gasparian<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Moscow Aviation Institute (MAI), Moscow, Russia

<sup>2</sup>Plekhanov Russian university of economics, Moscow, Russia

\*Gasparian.MS@rea.ru

**Abstract.** The paper discusses the issues of implementing an adaptive testing system based on the use of artificial neural network (INS) modules, which should solve the problem of intelligent choice of the next question, forming an individual testing trajectory. The aim of the work is to increase the accuracy of the INS to form the level of complexity of the next test question for two types of architectures – direct propagation (FNN – Feedforward Neural Network) and recurrent with long-term short-term memory (LSTM – Long-Short Term Memory). The data affecting the quality of training are analyzed, the architectures of the input layer of the direct propagation INS are considered, which have significantly improved the quality of neural networks. To solve the problem of choosing the thematic block of the question, a hybrid module structure is proposed, including the INS itself and a software module for algorithmic processing of the results obtained from the INS. A study of the feasibility of using direct propagation ANNs in comparison with the LSTM architecture was carried out, the input parameters of the network were identified, various architectures and parameters of the ANN training were compared (algorithms for updating weights, loss functions, the number of training epochs, packet sizes). The substantiation of the choice of a direct distribution network in the structure of the hybrid module for selecting a thematic block is given. The above results were obtained using the Keras high-level library, which allows you to quickly start at the initial stages of research and get the first results. Traditionally, learning has taken place over a large number of eras.

**Keywords:** adaptive testing system, artificial neural network, machine learning, intelligent methods, LSTM network

**For citation:** Chumakova E., Korneev D., Gasparian M. An approach to the design of a neural network for the formation of an individual trajectory of knowledge testing. *Prikladnaya informatika* = Journal of Applied Informatics, 2022, vol.17, no.5, pp.102-115 (in Russian). DOI: 10.37791/2687-0649-2022-17-5-102-115

## Введение

Системы компьютерного контроля знаний давно стали неотъемлемой частью образовательных технологий и активно используются не только как инструмент итоговой оценки уровня полученных знаний в определенной области, но и как инструмент промежуточного контроля с целью корректировки программы обучения – разработки индивидуального профиля обучения.

Применение систем тестирования не ограничивается только сферой образования, к тестам проявляют все больший интерес, например, HR-службы крупных компаний, используя компьютерные технологии как для найма новых специалистов, так и для проведения тестирования сотрудников в рамках повышения квалификации.

Наибольший интерес вызывают технологии компьютерного адаптивного тестирования (CAT – Computerized adaptive testing),